

## Термодинамические свойства нано- и микрокристаллического феррита самария

С.Н. Каллаев<sup>1</sup>, Н. Алиханов<sup>1,2</sup>, З.М. Омаров<sup>1</sup>, С.А. Садыков<sup>2</sup>,  
М.А. Сирота<sup>3</sup>, К.Г. Абдулвахидов<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Институт физики ДагНЦ РАН, 367000 Махачкала, Россия  
e-mail: kallaev-s@mail.ru

<sup>2</sup>Дагестанский государственный университет, 367000 Махачкала, Россия

<sup>3</sup>Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

<sup>4</sup>Федеральный исследовательский центр ЮНЦ РАН, Ростов на Дону, Россия

В последние годы при исследовании микро- и нанокристаллических образцов феррита самария  $\text{SmFeO}_3$  (SFO) обнаружено, что уменьшение размера частиц приводит к заметным изменениям структурных и физических (магнитных и сегнетоэлектрических) свойств [1,2]. Наномасштабные эффекты на структуру и физические свойства мультиферроиков были в центре внимания многих недавних исследований в области материаловедения. Этот интерес обусловлен потенциальными возможностями практического применения таких наноструктурированных оксидов. Более того, структура и свойства таких соединений и их изменения при внешних воздействиях в последнее время является предметом обсуждения. Все это стимулирует дальнейшие подробные исследования оксидных керамических материалов с наноразмерными структурами как в научном, так и в прикладном плане.

В настоящей работе мы исследовали электрические, магнитные и тепловые свойства микро- и нанокристаллического SFO в широком интервале температур 300-800 К, включая области фазовых переходов.

Наноструктурированная керамика  $\text{SmFeO}_3$  получена твердофазным методом, спеканию которой предшествовала обработка при комнатной температуре синтезированной шихты в наковальнях Бриджмена силовым воздействием в сочетании со сдвиговой деформацией. Рентгеноструктурный анализ полученных материалов проводился на порошковом рентгеновском дифрактометре HZG-4B. Кристаллическая структура исходного и механоактивированной керамики  $\text{SmFeO}_3$  при комнатной температуре относятся к группе симметрии  $R\bar{3}m$ . Примесные фазы в пределах чувствительности рентгеновского дифракционного анализа не были обнаружены. Распределение размеров зерен в механоактивированном образце имеет мультимодальный характер в диапазоне 20-600 нм.

На температурных зависимостях теплоемкости и диэлектрической проницаемости мультиферроика SFO обнаружено аномальное поведение характерное для фазовых переходов при температурах  $T_{\text{NC}} \approx 675\text{K}$  (антиферромагнитный -сегнетоэлектрический переход),  $T_{\text{SR}} \approx 460\text{K}$  (спин-ориентированный переход) и  $T^* \approx 558\text{K}$ , который имеет типичный для релаксоров частотно-зависимый характер. Установлено, что механоактивация приводит к существенному размытию антиферромагнитного-сегнетоэлектрического перехода и смещению температуры фазового перехода в область низких температур. Показано, что механоактивация приводит к усилению сегнетоэлектрических и ферромагнитных свойств. Показано, что дефектная структура может играть доминирующую роль в формировании физических свойств керамики.

1. S. Chaturvedi, P. Shyam, R. Bag, M. Shirolkar, J. Kumar, Harleen Kaur, S. Singh, A.M. Awasthi, and S. Kulkarni, *Phys. Rev. B* **96**, 024434 (2017).
2. S. Chaturvedi, P. Shyam, A. Apte, J. Kumar, A. Bhattacharyya, A.M. Awasthi, and S. Kulkarni, *Phys. Rev. B* **93**, 174117 (2016).